

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

EP 98/6479

09/529883

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D	19 JAN 1999
WIPO	PCT

Bescheinigung

Die CeramTec AG Innovative Ceramic Engineering in Plochingen/
Deutschland und die UKM Umformtechnik und Kraftfahrzeugkompo-
nenten Meißen GmbH in Meißen/Deutschland haben eine Patentan-
meldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zur Erhöhung der Verschleißbestän-
digkeit eines Werkstückes"

am 13. Oktober 1997 beim Deutschen Patentamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue
Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patent-
anmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patentamt vorläufig die Sym-
bole B 23 K, C 04 B und F 01 L der Internationalen Patent-
klassifikation erhalten.

München, den 14. Oktober 1998
Der Präsident des Deutschen Patentamts
Im Auftrag

Aktenzeichen: 197 45 205.1

Ebert

Verfahren zur Erhöhung der Verschleißbeständigkeit eines Werkstückes

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung der Verschleißbeständigkeit eines

5 Werkstücks nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Zur Erhöhung der Verschleißbeständigkeit eines Werkstücks ist es bekannt, die belastete Oberfläche des Werkstücks durch ein Material größerer Härte als das Werkstückmaterial zu schützen. Hierzu eignen sich besonders nicht umformbare Werkstoffe wie Hartmetall oder Keramik, im folgenden als Kernwerkstoffe bezeichnet.

Verbindungen zwischen keramischen Werkstoffen oder Hartmetallen und einem Metall bzw. Nichteisenmetall als Werkstück werden zum gegenwärtigen Zeitpunkt durch die grundlegenden Fügeverfahren Formschluß, Kraftschluß und Stoffschluß erzeugt.

15

Dabei werden nichtlösbare Verbindungen derzeit hauptsächlich durch die Verfahren Löten, Schweißen, Schrumpfen und verschiedene Biegeumformverfahren, z. B. Bördeln oder rotatorisches Druckumformen, realisiert.

20 Für mechanisch höchstbeanspruchte Verbindungen kommen vorwiegend die Verfahren des Lötens (z. B. Hochtemperatur- oder Aktivlöten) sowie des Schweißens in Frage.

25 Nachteilig an den Verfahren des Lötens und des Schweißens sind die hohen Herstellkosten, sowie meistens die Notwendigkeit dem Ausdehnungsverhalten angepaßte Zusatz- und/oder Zwischenstoffe zu verwenden, oder konstruktive Maßnahmen zu ergreifen, die die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten ausgleichen, um Spannungen zu reduzieren.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Erhöhung der Verschleißbeständigkeit eines Werkstücks nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 derart zu verbessern, daß mit einfachen Mitteln kostengünstiger eine extrem haltbare Verbindung des Kernwerkstoffs mit dem Werkstück erreicht ist. Dabei sollen noch die Maße des Werkstückes beibehalten werden.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß der Kernwerkstoff durch Kaltfließpressen oder Warmfließpressen des Werkstückmaterials mit dem Werkstück formschlüssig verbunden wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist ein Umformverfahren bei dem durch Druck oder Druck-Zug eine plastische Änderung der Form eines festen Körpers vorgenommen wird. Die Werkstoffeigenschaften und die Maße des Körpers werden dabei beibehalten. Kaltfließpressen ist ein Fließpressen ohne zusätzliche Wärmezufuhr in die Bauteile oder Werkzeuge vor oder während des Umformens. Durch das Umformen kann/wird jedoch Wärme entstehen. Beim Warmfließpressen erfolgt während des Fließpressens eine Wärmezufuhr.

Grundlegend neuer Gedanke des Verfahrens ist die plastische Änderung des Werkstückmaterials, vorteilhafterweise Stahl oder Nichteisenmetall, beim Fließpressen und die Nichtumformbarkeit der keramischen Sinterwerkstoffe hoher Korngrenzenfestigkeit auf Basis von dichten, hochschmelzenden Metalloxiden, -carbiden und -nitriden oder von Hartmetallen und gehärteten Metallen zu nutzen, um eine nichtlösbare Verbindung herzustellen. Die Sinterwerkstoffe, das Hartmetall bzw. das gehärtete Metall der Kernwerkstoffe ist fließpreßtechnisch so gestaltet, daß die plastische Verformung des Metalls/Nichteisenmetalls nicht behindert, eher gefördert wird, und die Sinterwerkstoffe bzw. das Hartmetall hinsichtlich ihrer Werkstoffeigenschaften, im speziellen der Festigkeitseigenschaften, nicht überlastet werden. Außen- und Innenkonturen der Werkstücke richten sich dabei nach der Herstellbarkeit der Werkzeuge.

Die Verbindung ist durch den Einsatz dieser neuen Technologie (Zeit- und Materialersparnis) deutlich kostengünstiger.

Zu den für die vorliegende Erfindung besonders geeigneten keramischen Sinterwerk-

5 stoffen zählen Oxidkeramik, wie z. B. Aluminiumoxid, Zirkonoxid, Magnesiumoxid, Abmischungen von Aluminiumoxid und Zirkonoxid, Siliziumnitrid, wie z. B. gesintertes Siliziumnitrid (SSN), heißgepreßtes (HPSN) oder gasdruckgesintertes (GPSN) Siliziumnitrid, Siliziumcarbid, wie z. B. dichtgesintertes Siliziumcarbid (SSiC), siliziuminfiltriertes Siliziumcarbid (SiSiC), Dispersionskeramik, Silikatkeramik sowie Abmischungen von Titancarbid und Aluminiumoxid. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden zu diesen Werkstoffen auch solche Werkstoffe gezählt, die Magnesiumoxid, Calciumoxid und Yttriumoxid und andere Sinterhilfsmittel in geringen Beimengungen enthalten, welche üblicherweise z. B. als Kornwachstumshemmer zugegeben werden.

15 Zu den besonders geeigneten Hartmetallen zählen bei dieser Erfindung alle Hartmetalle, die Festigkeitswerte von $\sigma_B > 350 \text{ N/mm}^2$ besitzen.

Zu den besonders geeigneten härtbaren Metallen zählen beispielhaft alle Metalle der Werkstoffgruppe 1.2379.

20 Um eine Verdrehsicherheit bzw. höhere Festigkeit der Verbindung zu erreichen, werden in die Kernwerkstoffe geeignete Nebenformelemente wie z. B. abgerundete Kerben und/oder Flächen bzw. Hohlräume und/oder Hinterschneidungen eingearbeitet oder besondere Oberflächenqualitäten erzeugt.

25 In besonders vorteilhafter Ausführungsform sind die Nebenformelemente eine an der Außenseite angebrachte Rändelung. Zweckmäßigerweise verjüngt sich außerdem der Kernwerkstoff zur Außenseite des Werkstücks. Hierdurch ist eine noch bessere Verankerung des Kernwerkstoffs im Werkstück erreicht.

Erfindungsgemäß wird als Preßwerkzeug vorteilhafterweise eine Preßbüchse mit einer Bohrung verwendet, in der ein verschiebbarer Stempel das Werkstück mit dem Kernwerkstoff durch Kaltfließpressen oder Warmfließpressen verbindet. Hierbei wird der Kernwerkstoff in das Werkstück oder umgekehrt das Werkstück in den Kernwerk-

5 stoff gepreßt, bis das Werkstückmaterial unter dem Druck fließfähig wird und den Kernwerkstoff umfließt. Nach Lösen des Druckes erhärtet sich das flüssig gewordene Werkstückmaterial wieder und eine dauerhafte, extrem feste Verbindung des Kernwerkstoffs mit dem Werkstück ist erreicht worden.

Vorteilhafterweise ist in der Bohrung in der Preßbüchse als Gegenlager für das Werkstück oder den Kernwerkstoff ein verschiebbarer Auswerfer vorgesehen. Dieser Auswerfer dient nach dem Fließpressen zum Auswerfen, d. h. zum Herausdrücken des fertigen Werkstückes aus der Preßbüchse.

15 Als Gegenlager für das Werkstück kann auch in spezieller vorteilhafter Ausführungsform eine Einengung in der Bohrung in der Preßbüchse vorgesehen sein. Mit dem weiter oben beschriebenen Auswerfer kann nach dem Fließpressen das Werkstück aus der Preßbüchse geschoben werden.

20 Je nach dem erforderlichen Anwendungsfall ist es auch zweckmäßig, den Stempel als Hohlstempel auszubilden. In diesem Falle geschieht die Druckbeaufschlagung nur an einem ringförmigen Außenbereich des Hohlstempels. Auch ist es sinnvoll in speziellen Fällen, wenn der Stempel an seinem zum Werkstück oder Kernwerkstoff gewandten Ende einen Abstand zur Bohrung in der Preßbüchse aufweist.

25 In spezieller Ausführungsform ist im Stempel ein weiterer verschiebbarer und kraftbeaufschlagbarer Stempel angeordnet. Mit diesem weiteren Stempel läßt sich die Ausdehnung des verflüssigten Werkstückmaterials gezielt steuern.

30 Vorteilhafterweise wird dieses Verfahren bei Werkstücken von Ventilsystemen, insbesondere Ventiltrieben von Verbrennungsmotoren verwendet. Hierzu zählt z. B. ein von

der Nockenwelle angetriebener Stößel oder auch die Einstellschraube des Kipphebels.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Figuren, die nachfolgend beschrieben sind. Es zeigt:

Fi. 1 den Ventiltrieb eines Verbrennungsmotors mit vorteilhaften Anwendungsfällen der Erfindung,

Fig. 2a, b einen Kernwerkstoff z. B. als Einsatz für einen Stößel in Draufsicht (Fig. 2a) und als Schnitt (Fig. 2b),

Fig. 3 eine Einstellschraube eines Ventiltriebes eines Verbrennungsmotors,

Fig. 4a, b schematisch das Napf-Vorwärtsfließpressen,

Fig. 5a, b schematisch das Napf-Rückwärtsfließpressen,

Fig. 6a, b schematisch das Hohl-Vorwärtsfließpressen,

Fig. 7a, b schematisch das Hohl-Rückwärtsfließpressen,

Fig. 8a, b schematisch das Voll-Vorwärtsfließpressen bzw. Reduzieren,

Fig. 9a, b schematisch das Voll-Rückwärtsfließpressen und

Fig. 10a, b schematisch das Querfließpressen bzw. Stauchen.

In Fig. 1 ist schematisch der Ventiltrieb eines Verbrennungsmotors gezeigt. Er besteht im wesentlichen aus einer Nockenwelle 11, einem Stößel 12, einer Stoßstange 13, einem Kipphebel 14 mit einer Kipphebelachse 15, einer Einstellschraube 16, einem

Ventil 17 mit Federteller 18, Ventilfehrung 19 und Ventilfehrer 20. Diese Teile sind zum Teil sehr verschleißanfällig. Es ist bekannt zur Erhöhung der Verschleißbeständigkeit auf der Lauffläche der Nockenwelle 11 auf dem Stößel 12 einen Kernwerkstoff 2 mit einer größeren Härte als das Material des Stößels 12 anzubringen, z. B. durch Löten, Schweißen, Schrumpfen oder dergleichen. Als Material des Kernwerkstoffs werden z. B. Hartmetalle, gehärtete Metalle oder Keramiken eingesetzt.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein nicht umformbarer Kernwerkstoff 2 durch Kaltfließpressen oder Warmfließpressen mit dem Werkstück, hier z. B. dem Stößel 12, formschlüssig verbunden.

In den Figuren 2a, 2b ist ein Kernwerkstoff 2 z. B. als Einsatz in einem Stößel in Draufsicht (Fig. 2a) und als Schnitt (Fig. 2b) gezeigt. Der Kernwerkstoff 2 ist hier als Scheibe ausgebildet und weist zur Verdrehsicherung an seinem Umfangsrand eine Rändelung 3 auf. Die Außenseite 21 des Kernwerkstoffes 2 verjüngt sich zur Außenseite des Werkstücks. Der Kernwerkstoff 2 besteht in diesem Fall aus einer Sinterkeramik und zwar aus Siliziumnitrid Si_3N_4 .

Fig. 3 zeigt als weiteres Beispiel eine Einstellschraube 16 eines Ventiltriebes eines Verbrennungsmotors (siehe hierzu auch Fig. 1). An dem zum Ventil gewandten Ende der Einstellschraube 16 ist durch Fließpressen ein Werkstück 1 befestigt, wobei dieses Werkstück 1 mit einer Keramik 23 durch Fließpressen formschlüssig verbunden ist.

In den folgenden Figuren 4 bis 10 ist jeweils schematisch ein Werkzeug zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens gezeigt. Die Figuren 4a, 5a, 6a, 7a, 8a, 9a, 10a zeigen jeweils das Werkstück in dem Werkzeug vor dem Verbinden und die Figuren 4b, 5b, 6b, 7b, 8b, 9b, 10b nach dem Verbinden.

Fig. 4a, b zeigt schematisch das Napf-Vorwärtsfließpressen. Hier ist in einer Preßbüchse 4 eine Bohrung 5 eingebracht, in der ein Stempel 6 und ein Auswerfer 7 ver-

schiebbar angeordnet sind. Der Auswerfer 7 dient beim Preßvorgang als Gegenlager für den Stempel 6 und nach dem Verbinden zum Herausdrücken des Werkstücks 1. Zwischen dem Auswerfer 7 und dem Stempel 6 befindet sich das Werkstück 1 und der Kernwerkstoff 2. Der Kernwerkstoff 2 ist eine Sinterkeramik und das Werkstück 1

5 Stahl oder Nichteisenmetall. Der Kernwerkstoff 2 liegt auf dem Auswerfer 7 auf und hat eine zum Werkstück 1 gewandte Erhebung 23. Beim Preßvorgang drückt der Stempel 6 das Werkstück 1 so auf den Kernwerkstoff 2, daß das Material des Werkstücks 1 flüssig wird und um die Erhebung 23 des Kernwerkstoffs 2 fließt. In Fig. 4 b ist das Ergebnis nämlich die formschlüssige Verbindung gezeigt. Nach dem Vorgang des Kaltfließpressens wird der Stempel 6 zurückgefahren und das Werkstück 1 mit dem Auswerfer 7 herausgedrückt. Warmfließpressen erfolgt ähnlich, nur wird hier zusätzlich noch Wärme zugeführt.

Fig. 5a, b zeigt schematisch das Napf-Rückwärtsfließpressen. Dieses ähnelt stark
15 dem Napf-Vorwärtsfließpressen nach Fig. 4a, b, nur wird hier der Kernwerkstoff 2 in das Werkstück 1 gepreßt.

Fig. 6a, b zeigt schematisch das Hohl-Vorwärtsfließpressen. Als Besonderheit weist hier die Bohrung 5 in der Preßbüchse 4 eine Einengung 8 auf. Diese Einengung 8
20 dient als Widerlager für das Werkstück 1 während des Kaltfließpressens. Das Werkstück 1 weist zusätzlich eine Ausnehmung 24 auf und der Kernwerkstoff 2 einen daran angepaßten Zapfen 25, wobei der Zapfen 25 in die Ausnehmung 24 vor dem Verbinden eingesetzt ist. Während des Verbindens wird das Werkstück über die Einengung 8 hinaus in Richtung Auswerfer 7 gepreßt. Der Auswerfer 7 ist zurückgeschoben und
25 dient nach dem Verbinden lediglich zum Herausdrücken des Werkstücks 1. Nach dem Verbinden ist in der vor dem Verbinden vorhandenen Ausnehmung 24 ein Hohlraum 26 entstanden.

Fig. 7a, b zeigt schematisch das Hohl-Rückwärtsfließpressen. Auf dem Auswerfer 7
30 liegt der Kernwerkstoff 2 auf, der wiederum einen zum Werkstoff gewandten Zapfen 25 aufweist, der in einer Ausnehmung 24 des Werkstücks 1 eingesetzt ist. Als Beson-

derheit ist hier jedoch der Stempel 6 als Hohlstempel ausgebildet. Es wird daher nur der äußere Bereich des Werkstücks 1 dem Kaltfließpressen unterworfen. Nach dem Verbinden ist wie schon in Fig. 6b gezeigt, ein Hohlraum 26 im Werkstück 1 geschaffen.

5

Fig. 8a, b zeigt das Voll-Vorwärtsfließpressen bzw. Reduzieren. Hier ist in der Bohrung 5 wieder eine Einengung 8 als Schräge ausgebildet, auf der das Werkstück 1 aufsitzt. Der Auswerfer 7 dient nach dem Verbinden nur zum Herausdrücken des Werkstücks 1. Auf dem Werkstück 1 ist eine Ausnehmung 24 eingebracht, in die der Kernwerkstoff 2 eingesetzt ist. Der Stempel 6 weist in dieser Ausführungsform einen Abstand 9 zur Bohrung 5 in der Preßbüchse 4 auf. Der Durchmesser des auf dem Kernwerkstoff 2 aufliegenden Stempels 6 entspricht genau dem Durchmesser des Kernwerkstoffs 2. Beim Kaltfließpressen wird das Werkstück 1 durch die Einengung 8 im Durchmesser verringert, wodurch eine feste Verbindung erreicht ist.

15

Fig. 9a, b zeigt das Voll-Rückwärtsfließpressen. Hier ist auf dem Auswerfer 7 das Werkstück 1 angeordnet, welches vor dem Verbinden scheibenförmig ausgebildet ist. Auf das Werkstück 1 ist ringförmig auf den Außenbereich der Kernwerkstoff 2 aufgesetzt. Als Besonderheit ist im Stempel 6 ein weiterer verschiebbarer Stempel 10 angeordnet. Beim Kaltfließpressen wird der Kernwerkstoff 2 vom Stempel 6 heruntergedrückt, wodurch das wegfießende Werkzeugmaterial den weiteren Stempel 10 in Auswurfrichtung belastet. Dieser weitere Stempel 10 ist ebenfalls kraftbeaufschlagbar.

20

Fig. 10a, b zeigt das Querfließpressen bzw. Stauchen. Hier ist das Werkstück 1 vor dem Kaltfließpressen im Querschnitt T-förmig ausgebildet und das Kernmaterial 2 ringförmig aufgesetzt. Beim Kaltfließpressen fließt das Werkstückmaterial um das Kernmaterial 2, so daß das Kernmaterial dreiseitig vom Werkstück 1 umgeben ist. Hier wird demnach der durch das Rückwärtsfließpressen entstehende Zapfen durch eine nachfolgende Stauch- bzw. Querfließoperation so umgeformt, daß ein festerer Sitz der Verbindung in axialer Richtung entsteht.

25

30

Kombinationen der einzelnen Verfahren sind nacheinander bzw. in einem Arbeitsgang möglich. Beispielhaft ist hier immer vom vorteilhaften Kaltfließpressen die Rede, es kann jedoch auch zweckmäßigerweise das Verfahren des Warmfließpressens angewendet werden.

Ansprüche

- 1.) Verfahren zur Erhöhung der Verschleißbeständigkeit eines Werkstücks, wobei das Werkstück (1) mit einem nicht umformbaren Kernwerkstoff (2) mit einer größeren Härte als das Werkstückmaterial verbunden wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kernwerkstoff (2) durch Kaltfließpressen oder Warmfließpressen des Werkstückmaterials mit dem Werkstück (1) formschlüssig verbunden wird.
- 5 2.) Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Werkstückmaterial Stahl oder Nichteisenmetall ist.
- 3.) Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kernwerkstoff (2) ein Hartmetall oder ein gehärtetes Metall ist.
- 15 4.) Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kernwerkstoff (2) ein keramischer Sinterwerkstoff ist.
- 5.) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kernwerkstoff (2) Nebenformelemente wie z. B. abgerundete Kerben und/oder Flächen bzw. Hohlräume und/oder Hinterschneidungen aufweist.
- 6.) Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Nebenformelemente eine an der Außenseite angebrachte Rändelung (3) sind.
- 25 7.) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich der Kernwerkstoff (2) zur Außenseite des Werkstücks verjüngt.
- 8.) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einer Preßbüchse (4) eine Bohrung (5) angeordnet ist, in der ein verschiebbarer Stempel (6) das Werkstück (1) mit dem Kernwerkstoff (2) verbindet.
- 30

- 9.) Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Gegenlager für das Werkstück (1) oder den Kernwerkstoff (2) in der Bohrung ein verschiebbarer Auswerfer (7) vorgesehen ist.
-

5

- 10.) Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Gegenlager für das Werkstück (1) oder den Kernwerkstoff (2) eine Einengung (8) in der Bohrung (5) vorgesehen ist.

- 11.) Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stempel (6) ein Hohlstempel ist.

- 12.) Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stempel (6) an seinem zum Werkstück (1) oder Kernwerkstoff (2) gewandten Ende einen Abstand (9) zur Bohrung (5) in der Preßbüchse (4) aufweist.

15

- 13.) Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Stempel (6) ein weiterer verschiebbarer und kraftbeaufschlagbarer Stempel (10) angeordnet ist.

- 14.) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß dieses Verfahren bei Werkstücken von Ventilsystemen, insbesondere Ventiltrieben von Verbrennungsmotoren, verwendet wird.
-

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung der Verschleißbeständigkeit eines Werkstücks, wobei das Werkstück (1) mit einem nicht umformbaren Kernwerkstoff (2) mit einer größeren Härte als das Werkstückmaterial verbunden wird.

Zur Verbesserung der Verbindung bei gleichzeitiger Kostenersparnis wird vorgeschlagen, daß der Kernwerkstoff (2) durch Kaltfließpressen oder Warmfließpressen des Werkstückmaterials mit dem Werkstück (1) formschlüssig verbunden wird.

(Fig. 4)

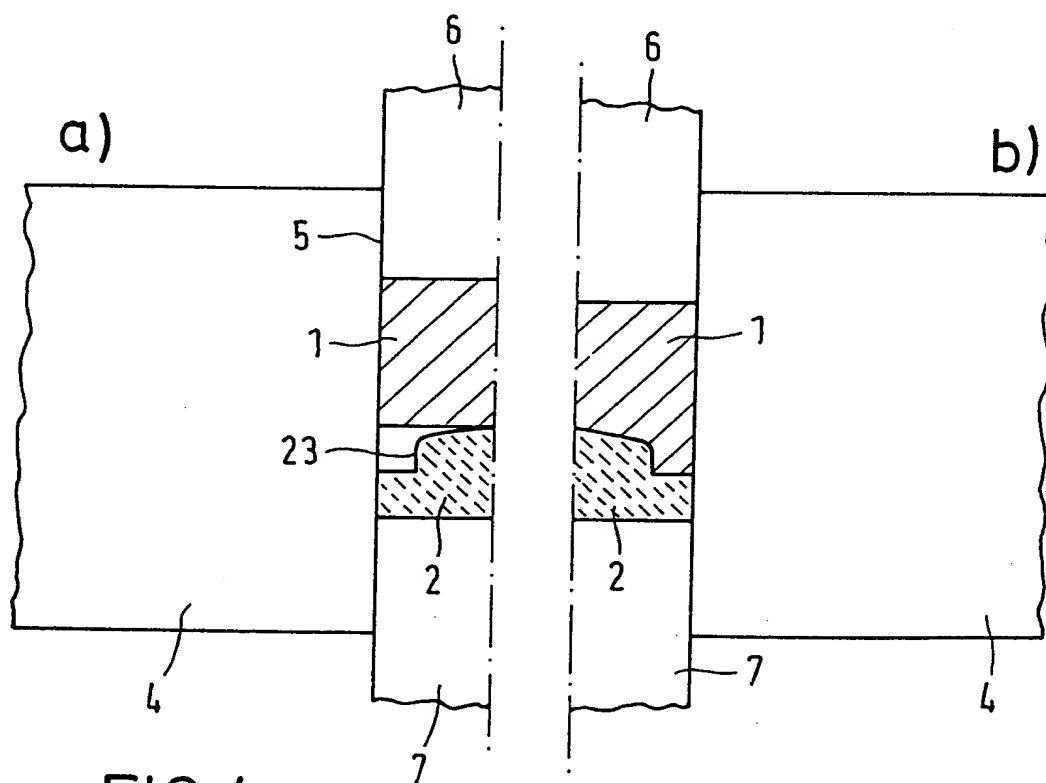


FIG.4

FIG.1

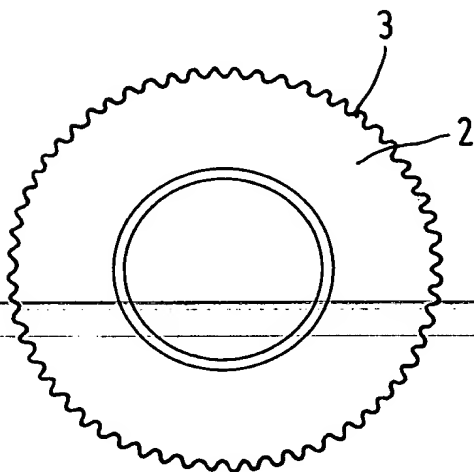
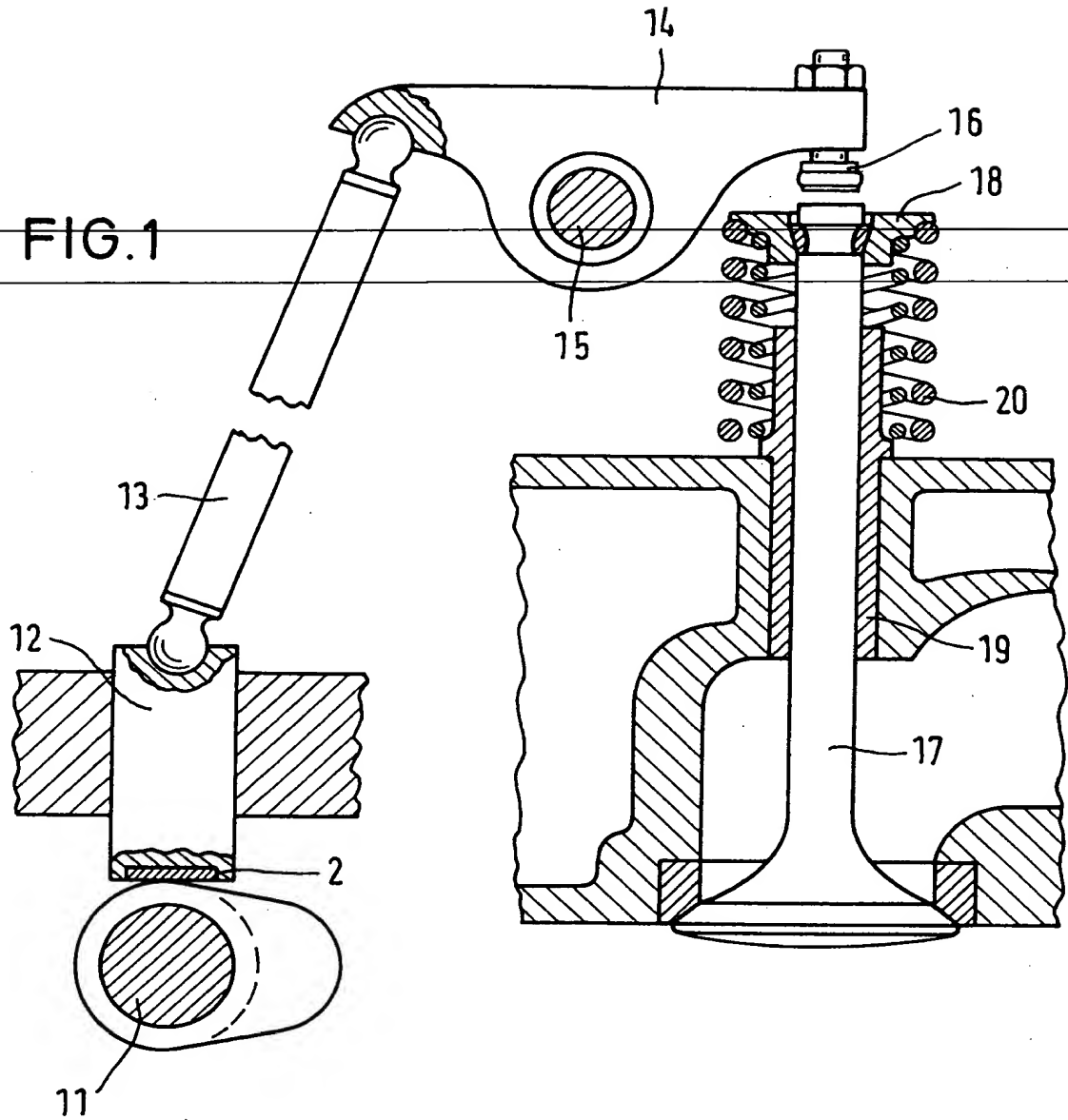


FIG.2a



FIG.2b

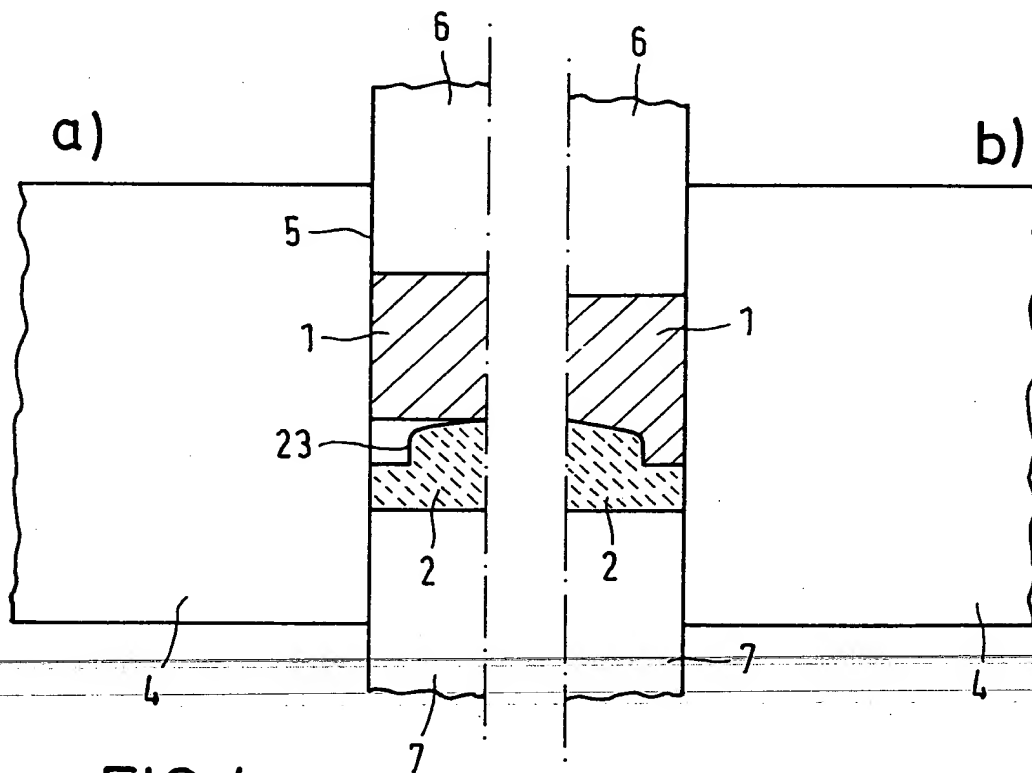
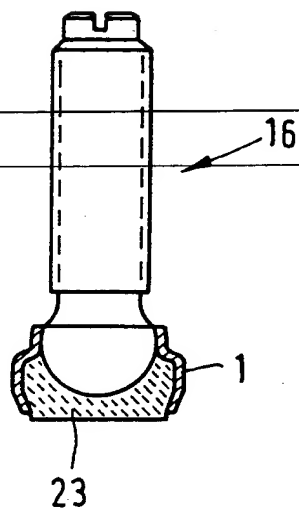


FIG.4

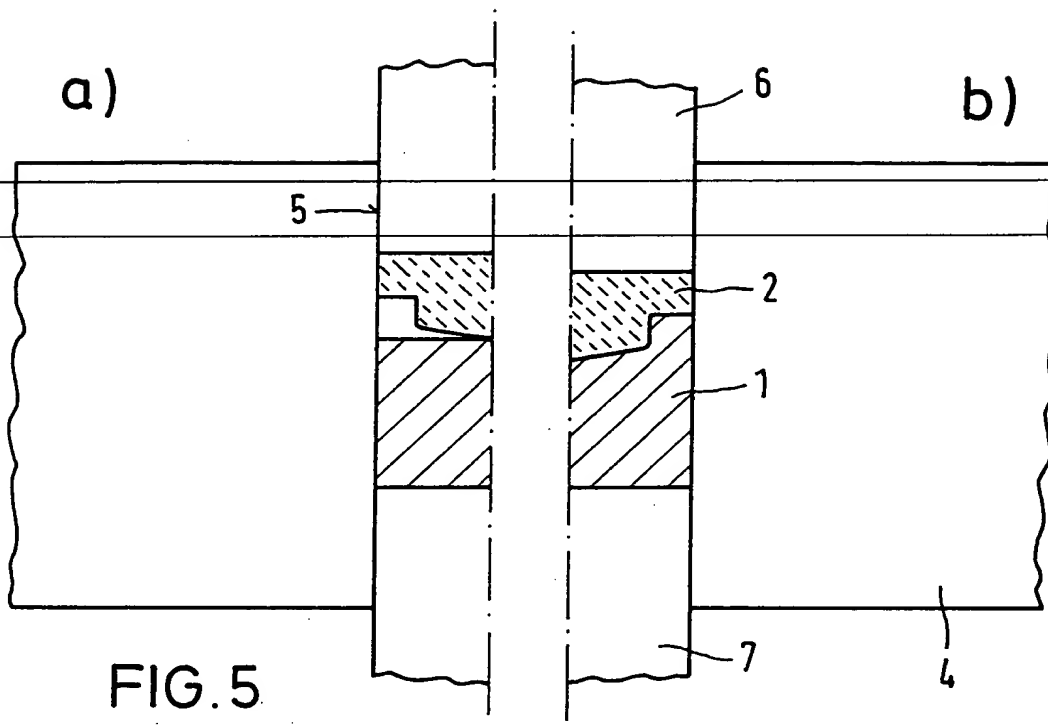


FIG. 5

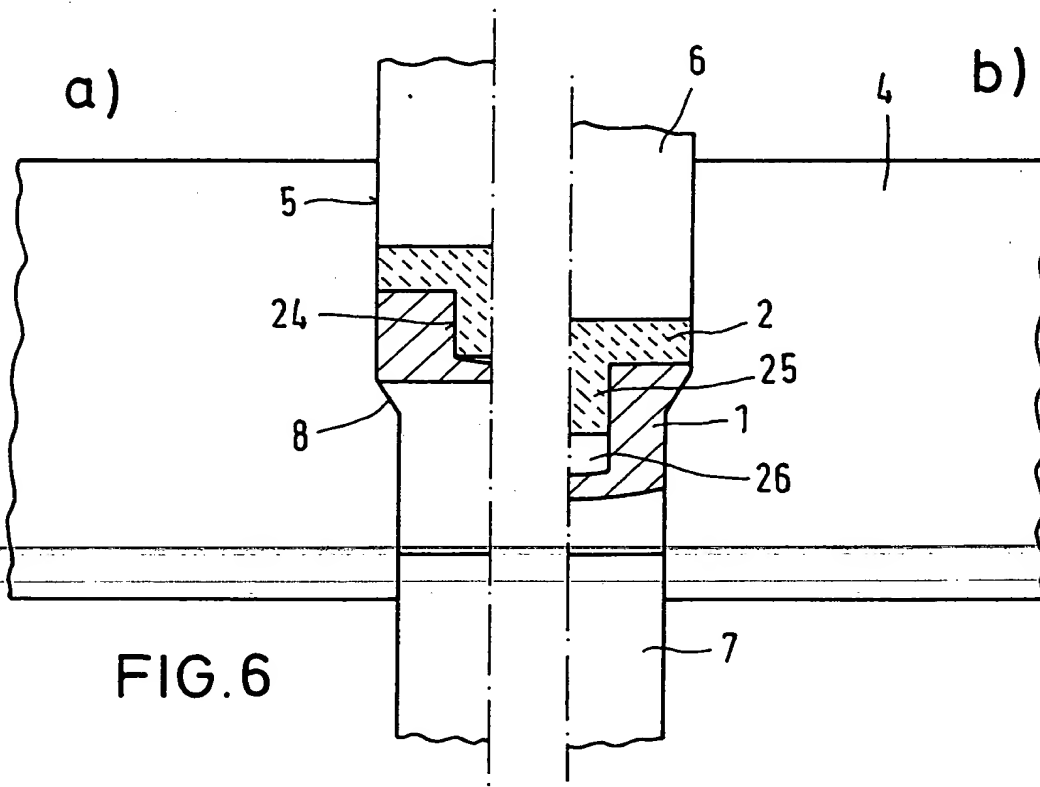
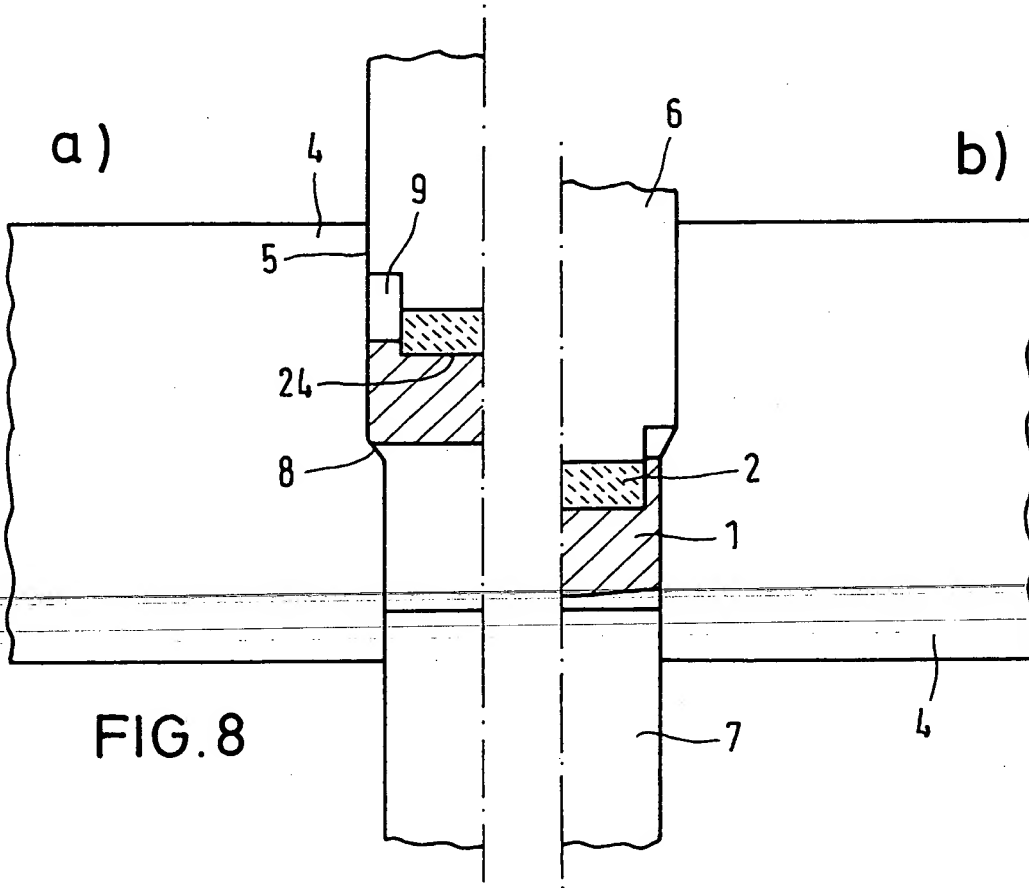
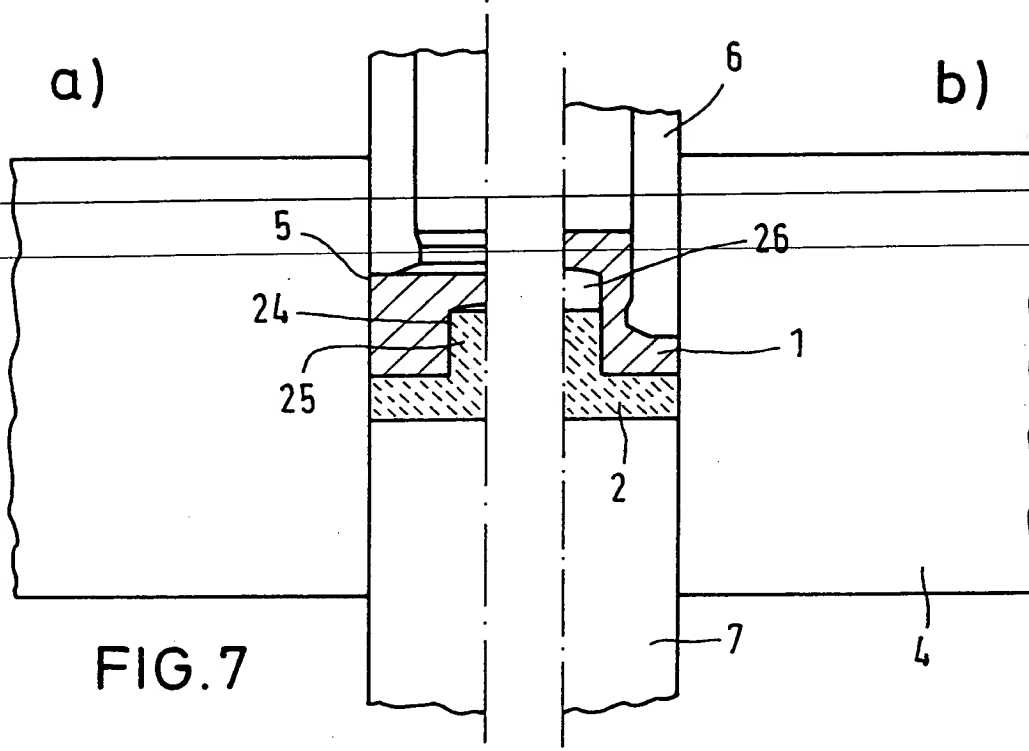


FIG. 6



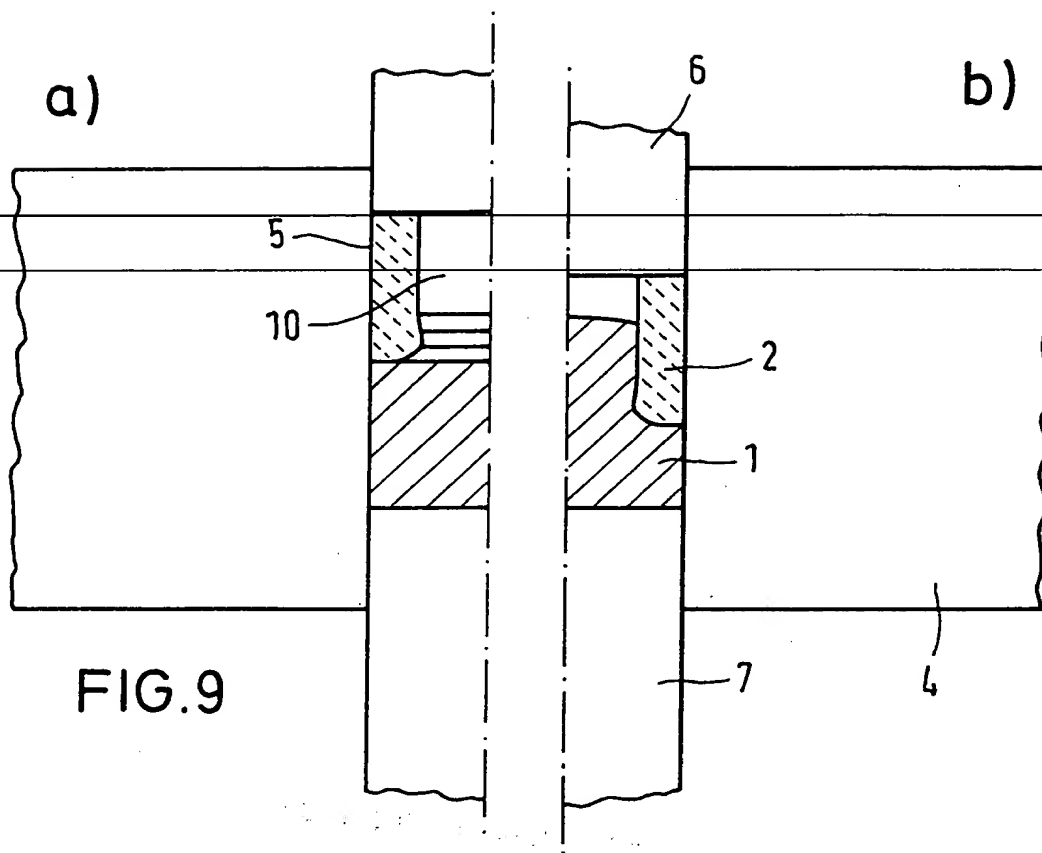


FIG. 9

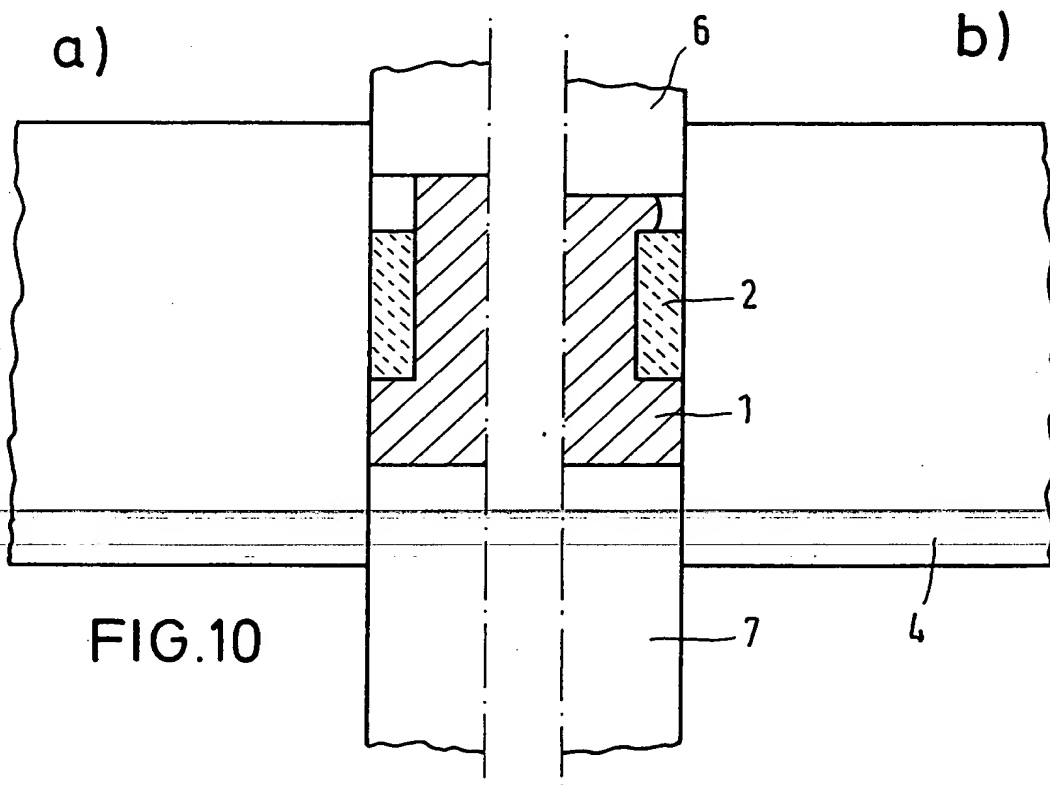


FIG. 10

THIS PAGE BLANK (USPTO)